

⑤

Int. Cl. 2:

H 01 L 33/00

G 09 F 9/00

⑯ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 27 16 205 A 1

⑪

Offenlegungsschrift 27 16 205

⑫

Aktenzeichen:

P 27 16 205.6-33

⑭

Anmeldetag:

12. 4. 77

⑮

Offenlegungstag:

10. 11. 77

⑳

Unionspriorität:

㉔ ㉕ ㉖

12. 4. 76 Japan 51-41586

⑤④

Bezeichnung:

Festkörperanzeigevorrichtung und Verfahren zu deren Herstellung

⑦①

Anmelder:

Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Kadoma, Osaka (Japan)

⑦④

Vertreter:

Jung, E., Dipl.-Chem. Dr.phil.; Schirdewahn, J., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.;
Schmitt-Nilson, G., Dr.-Ing.; Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦②

Erfinder:

Inoue, Morio, Takatsuki; Yamanaka, Haruyoshi, Itami;
Uragaki, Tamotsu, Suita; Fujiwara, Shohei, Takatsuki (Japan)

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DT 27 16 205 A 1

P a t e n t a n s p r ü c h e

- 1.) Festkörperanzeigevorrichtung mit einem Halbleitersubstrat, enthaltend wenigstens zwei mesaförmig geätzte Vorsprünge, die je eine auf dem Substrat sich fortsetzende erste Zone erster Leitfähigkeitsart, eine zweite Zone einer der ersten Leitfähigkeit entgegengesetzten zweiten Leitfähigkeitsart und eine auf der Oberfläche der zweiten Zone gebildete Elektrode aufweisen, wobei wenigstens einer der mesaförmig geätzten Vorsprünge zwischen der ersten und der zweiten Zone einen lichtemittierenden p-n-Übergang aufweist, durch den ein lichtemittierendes Segment gebildet ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass wenigstens ein anderer (6) der mesaförmig geätzten Vorsprünge (6,7) Zonen unterschiedlicher Leitfähigkeitsart (1, 2') aufweist, die sich ohne Bildung einer Übergangssperrschicht zwischen ihnen berühren, so dass ein ohmisch kontaktierendes Segment (9') gebildet ist.
2. Festkörperanzeigevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem anderen mesaförmig geätzten Vorsprung (6) die erste Zone (1) und die zweite Zone (2') einander mit einer zwischen ihnen liegenden kurzgeschlossenen Schnittfläche berühren.
3. Festkörperanzeigevorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat einkristallines GaP mit einer (111)-Fläche als Hauptfläche ist.

709845/0748

ORIGINAL INSPECTED

4. Festkörperanzeigevorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (1) n-leitend und die zweite Zone (2) eine p-leitende Epitaxieschicht ist.
5. Verfahren zur Herstellung einer Festkörperanzeigevorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass auf einem einkristallinen Halbleitersubstrat (1) einer ersten Leitfähigkeitsart eine Epitaxieschicht (2) einer zur ersten Leitfähigkeitsart entgegengesetzten zweiten Leitfähigkeitsart erzeugt und dadurch ein p-n-Übergang zwischen dem Halbleitersubstrat und der Epitaxieschicht gebildet wird, dass wenigstens zwei Metallelektroden (9, 9') eines speziellen Musters auf der Epitaxieschicht gebildet werden, dass das Halbleitersubstrat unter Benützung der Metallelektroden als Ätzmasken derart mesa-geätzt wird, dass wenigstens zwei mesaförmig geätzte Vorsprünge (6, 7) des speziellen Musters erzeugt werden, und dass der p-n-Übergang in wenigstens einem der mesaförmig geätzten Vorsprünge (6) kurzgeschlossen wird, während der p-n-Übergang in wenigstens einem anderen (7) der mesaförmig geätzten Vorsprünge belassen wird.
6. Festkörperanzeigevorrichtung mit einem Halbleitersubstrat, enthaltend wenigstens einen mesaförmig geätzten, lichtemittierenden Vorsprung mit einer ersten Zone einer ersten Leitfähigkeitsart, mit einer zweiten Zone einer der ersten Leit-

709845/0748

fähigkeitsart entgegengesetzten zweiten Leitfähigkeitsart und mit einer auf der Oberfläche der zweiten Zone gebildeten Elektrode, wobei die erste Zone und die zweite Zone einen lichtemittierenden p-n-Übergang zwischen sich bilden,

gekennzeichnet durch wenigstens einen mesaförmig geätzten ohmisch kontaktierenden Vorsprung (6) mit einer dritten Zone (1) der ersten Leitfähigkeitsart, einer vierten Zone (2') der zweiten Leitfähigkeitsart und einer auf der Oberfläche der vierten Zone (2') gebildeten weiteren Elektrode (9'), wobei die dritte Zone, die vierte Zone und die weitere Elektrode dieselben Ursprünge und Eigenschaften wie die erste Zone, die zweite Zone und die auf der zweiten Zone aufgebrachte Elektrode haben, die dritte Zone (1) und die vierte Zone (2') jedoch ohne p-n-Übergangssperrschicht zwischen sich aneinander grenzen.

709845/0748

DIPL.-CHEM. DR. ELISABETH JUNG
DIPL.-PHYS. DR. JÜRGEN SCHIRDEWAHN
DR.-ING. GERHARD SCHMITT-NILSON 4
PATENTANWÄLTE

8000 MÜNCHEN 40,
CLEMENSSTRASSE 30
TELEFON 34 50 67
TELEGRAMM-ADRESSE: INVENT/MÜNCHEN
TELEX 9-29 006 2716205

u.Z.: L 425 M (Dr.S/hi/K)

7. April 1977

MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.
Osaka, Japan

" Festkörperanzeigevorrichtung und Verfahren zu deren
Herstellung "

Priorität: 12. April 1976, Japan, Nr. Sho 51-41586 (41586/1976)

Die Erfindung betrifft eine Festkörperanzeigevorrichtung ge-
mäss Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zu deren
Herstellung.

Eine solche Festkörperanzeigevorrichtung ist vorzugsweise
aus einem Halbleiterkristall einer III-V-Verbindung hergestellt.

In jüngerer Zeit ist die Technik zur Herstellung von sogenann-
ten III-V-Halbleiterkristallen beträchtlich weitergebildet
worden, so dass man in der Lage war, eine mehrere licht-
emittierende Dioden aufweisende Festkörperanzeigevorrichtung
mit einem Einkristall einer III-V-Verbindung herzustellen.

709845/0748

Eine bekannte Festkörperanzeigevorrichtung weist die in Fig. 1 gezeigte Struktur auf (wie sie beispielsweise in der US-PS 3 456 167 beschrieben ist), bei der lichtemittierende Segmente durch p-n-Übergänge gebildet werden, die in einer bekannten Planarstruktur gebildet sind, oder die in Fig. 2 gezeigte Struktur (die beispielsweise in der US-PS 3 419 742 beschrieben ist), bei der lichtemittierende Segmente durch p-n-Übergänge gebildet sind, die in einer bekannten Mesa-Struktur gebildet sind. Solche herkömmlichen lichtemittierenden Vorrichtungen haben den Nachteil, dass das von den p-n-Übergängen emittierte Licht in alle Richtungen des transparenten Substrats gestreut wird, was dazu führt, dass die Kontur der dargestellten Ziffer, des dargestellten Buchstabens oder des dargestellten Zeichens unklar wird.

Bei der herkömmlichen Vorrichtung gemäss Fig. 1, bei der in einem n-leitenden GaP-Substrat 1' p-leitende diffundierte Zonen 2' gebildet sind, sodass zwischen diesen ein p-n-Übergang besteht, und bei der ein Paar Elektroden 3 und 4 vorgesehen ist, die mit dem n-leitenden Substrat 1' bzw. dem p-leitenden diffundierten Zonen 2' verbunden sind, wird Licht von den Zonen um die p-n-Übergänge ausgestrahlt. Das emittierte Licht streut in alle Teile des Substrates 1' und wird von allen Teilen des Substrates nach aussen gestrahlt, wodurch die Kontur des angezeigten Musters unkenntlich wird. Um die Kontur klar und deutlich zu machen, ist es deshalb erforderlich, eine Licht abschirmende Maske 5 mit Öffnungen eines festgelegten Musters zu bilden. Bei der herkömmlichen Mesa-Vorrichtung ge-

709845/0748

gemäss Fig. 2, bei der p-leitende, epitaktisch erzeugte Zonen 2" auf einem n-leitenden Substrat 1" gebildet und die epitaktisch gezüchteten Zonen 2" und ein Teil des Substrats 1" mesaförmig geätzt sind, um mehrere Mesa-Vorsprünge zu erzeugen, wobei auf einem Teil einer jeden Licht emittierenden Stirnfläche eine Elektrode 4" gebildet ist, wird das Licht von den Zonen um die p-n-Übergänge emittiert. Das emittierte Licht streut in alle Teile des Substrates 1" und wird von allen dessen Punkten nach aussen gestrahlt, wodurch die Kontur des angezeigten Musters unkenntlich wird. Um die Kontur mit der Vorrichtung gemäss Fig. 2 klar und deutlich zu machen, sollte die Mesa-Ätzung sehr tief gemacht werden, um durch Erzeugung der mesa-geätzten Oberflächen zu verhindern, dass eine unerwünschte Emission von Licht, das von einem anderen Teil als den ein Muster bildenden Stirnflächen nach aussen abgestrahlt wird, auftritt.

Überdies sind bei beiden bekannten Vorrichtungen nach den Figuren 1 und 2 die Elektroden auf einem Teil der Licht emittierenden Flächen der Vorrichtung vorgesehen, und deshalb geht ein Teil des emittierten Lichtes durch die Abschirmwirkung dieser Elektroden verloren.

Ein eigener älterer Vorschlag zur Überwindung des geschilderten Problems besteht in einer Festkörperanzeigevorrichtung mit einem Halbleitersubstrat, das wenigstens einen mesaförmigen Teil mit einem darin befindlichen p-n-Übergang aufweist und eine erste Elektrode auf dessen Stirnfläche.

709845/0748

Dieses Substrat weist eine zweite Elektrode auf, wobei vom
p-n-Übergang mittels Totalreflexion /durch die mesa-förmig
geätzte schräge Fläche geleitet und von der Bodenoberfläche
des Substrats abgestrahlt wird. Diese Bodenoberfläche liegt
auf derjenigen Seite des Substrats, die der die Elektrode auf-
weisenden Oberfläche entgegengesetzt ist (ältere Anmeldung
P 2 626 564.5).

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte
Festkörperanzeigevorrichtung verfügbar zu machen, die eine
klare und helle Anzeige ermöglicht und zur einfachen Massen-
produktion geeignet ist.

Diese Aufgabe wird bei der vorausgesehenen Festkörperanzeigevorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemässen Festkörperanzeigevorrichtung gibt Anspruch 5 an.

Somit besteht die Lösung der Aufgabe in einer ein Halbleitersubstrat umfassenden Festkörperanzeigevorrichtung mit wenigstens zwei mesa-förmigen Teilen, von denen jeder eine sich auf dem Substrat fortsetzende erste Zone eines ersten Leitfähigkeitstyps, eine zweite Zone mit einem dem Leitfähigkeitstyp der ersten Zone entgegengesetzten anderen Leitfähigkeitstyp und eine auf der Oberfläche der zweiten Zone gebildete Elektrode aufweist. Wenigstens einer der mesa-förmig geätzten Teile weist zwischen der ersten Zone und der zweiten Zone einen p-n-Übergang auf. In wenigstens einem weiteren der mesa-förmig

709845/0748

geätzten Teile ist der p-n-Übergang durch Anlegen einer übermässigen Sperrspannung an diesen zum Durchbruch gebracht worden, wodurch ein ohmscher Kontakt zwischen diesen gebildet ist. Von den p-n-Übergängen emittiertes Licht wird mittels des Phänomens der Totalreflexion durch die bei der mesa-Ätzung entstandenen Schrägflächen effizient geleitet und dann von den Bodenoberflächen des Substrats emittiert. Diese Bodenoberflächen liegen auf derjenigen Seite des Substrats, die denen mit Elektroden versehenen Flächen entgegengesetzt sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsformen näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigen :

- Figuren 1 und 2 Seitenschnittansichten bekannter Vorrichtungen;
- Fig. 3 eine Seitenschnittansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung;
- Fig. 4a) bis d) schematische Seitenschnittansichten zur Erläuterung von Herstellungsschritten für die erfindungsgemässe Vorrichtung;
- Fig. 5 eine Rückansicht der Halbleiterscheibe der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform;
- Fig. 6 eine Vorderansicht der die Halbleiterscheibe der Fig. 5 tragenden Trägerplatte.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren 3 bis 6 erläutert, welche eine bevorzugte Ausführungsform

709845/0748

der erfindungsgemässen Vorrichtung zeigen.

Gemäss Fig. 3 umfasst die erfindungsgemässe Festkörperanzeige-vorrichtung ein Einkristall-Halbleitersubstrat einer III-V-Verbindung einer Leitfähigkeitsart. Beispielsweise handelt es sich bei dem Substrat 1 um einen n-leitenden GaP-Einkristall mit einer Dicke von 0,2 mm bis 0,3 mm. Eine (111)-Fläche des III-V-Einkristalls wird als Hauptfläche verwendet. Auf der (111)-Hauptfläche des Substrats 1 ist durch eine bekannte Flüssigphasen-Epitaxie-Züchtungsmethode eine n-leitende GaP-Schicht 2 mit einer Dicke von etwa 20 µm gebildet. Zwischen dem n-leitenden Substrat 1 und der p-leitenden Zone 2 besteht ein p-n-Übergang, auch p-n-Sperrschicht genannt. Auf dem Substrat 1 sind dann wenigstens zwei mesa-förmig geätzte Vorsprünge 7 und 6 gebildet. Jeder der mesa-förmig geätzten Vorsprünge 7 weist einen p-n-Übergang 102 zwischen der n-leitenden Zone 1 und der p-leitenden Zone 2 auf. Ein weiterer mesa-förmig geätzter Vorsprung 6 weist keine p-n-Sperrschicht zwischen der n-leitenden Zone 1 und der p-leitenden Zone 2 auf. Die Grenzschicht zwischen der n-leitenden Zone 1 und der p-leitenden Zone 2 ist nämlich nicht als Übergangssperrschicht, sondern als eine einen ohmschen Kontakt bildende Grenzschicht ausgebildet. Auf allen Stirnflächen der Mesa-Teile 7 und 6 sind Elektroden erzeugt. Diese Elektroden sind sowohl mechanisch als auch elektrisch, beispielsweise durch Lotschichten 10 und 10', mit Leitern 11 und 12 verbunden, bei denen es sich beispielsweise um eine Au-platierte Cu-Schicht handelt, die auf der aus einem Isolator, beispielsweise Keramik wie Aluminiumoxid, hergestellten Trägerplatte 8 gebildet ist.

709845/0748

Zur Anzeige mittels Lichtemission wird die beschriebene Vorrichtung mit einer Gleichspannungsquelle verbunden, wobei nach Wahl einer oder mehrere der Leiter 11 mit einem positiven Anschluss und der Leiter 12 mit einem negativen Anschluss der Spannungsquelle verbunden sind. Wenn die Gleichspannung in Durchlassrichtung für den p-n-Übergang 102 angelegt wird, wird in Nachbarschaft des p-n-Übergangs 102 Licht emittiert, das mittels Totalreflexionen durch die mesa-förmig geätzten Schrägwände durch die Bodenoberfläche 101 nach aussen geleitet wird. Da die Bodenoberfläche 101 kein Hindernis, wie Elektroden, aufweist, geht nichts von dem emittierten Licht infolge Abschirmung durch eine Elektrode verloren, so dass das emittierte Licht auf wirksame Weise von der Bodenoberfläche 101 nach aussen gestrahlt wird.

Eine Methode zur Herstellung der erfindungsgemässen Vorrichtung wird nachfolgend anhand der Figuren 4 a) bis d) erläutert.

Als Ausgangsbasis wird ein Einkristall-Halbleitersubstrat einer III-V-Verbindung einer ersten Leitfähigkeitsart, beispielsweise ein n-leitendes GaP-Einkristallsubstrat 1, mit einer Dicke von 0,2 bis 0,3 mm als Ausgangssubstrat verwendet. Eine (111)-Fläche des Einkristalls wird als Hauptfläche verwendet. Als Donatordotierstoff befindet sich im Substrat S mit einer Konzentration von 3 bis 8×10^{17} Atomen/cm³. Dann wird gemäss Fig. 4 a) eine dünne Epitaxieschicht 110 desselben Halbleiters und der ersten Leitfähigkeitsart, beispielsweise n-leitendes GaP mit einer Dicke von etwa 20 bis 30 µm, erzeugt und zwar

709845/0748

beispielsweise durch eine bekannte Flüssigphasen-Epitaxie-züchtungsmethode. Als Donatordotierstoff für die Epitaxieschicht 110 wird für Rotstrahlung Te in einer Konzentration von $8 \text{ bis } 10 \times 10^{17} \text{ Atomen/cm}^3$ und werden für Grünstrahlung N in einer Konzentration von $1 - 2 \times 10^{17} \text{ Atomen/cm}^3$ und Te in einer Konzentration von $8 - 10 \times 10^{16} \text{ Atomen/cm}^3$ verwendet. Die n-leitende Epitaxieschicht 110 bildet im Schnittbild der Fig. 3 einen Teil des n-leitenden Einkristallsubstrats 1.

Gemäss Fig.4b) wird auf der Oberfläche der Epitaxieschicht 110 eine weitere dünne Epitaxieschicht 2 einer zweiten, d.h., zur Leitfähigkeitsart der dünnen Epitaxieschicht 110 entgegengesetzten Leitfähigkeitsart, erzeugt, beispielsweise eine p-leitende GaP-Schicht mit einer Dicke von etwa 20 bis 30 μm , die beispielsweise durch einen weiteren Flüssigphasen-Epitaxie-Züchtungsschritt erzeugt wird. Als Akzeptordotierstoff für die p-leitende Epitaxieschicht 2 werden für Rotstrahlung / Paare von Zn und O in einer Konzentration von $1 - 2 \times 10^{17} \text{ Atomen/cm}^3$ verwendet. Im Fall von Grünstrahlung werden Zn in einer Konzentration von $1 - 2 \times 10^{18} \text{ Atomen/cm}^3$ und N in einer Konzentration von $1 - 2 \times 10^{17} \text{ Atomen/cm}^3$ verwendet. Zwischen der n-leitenden Epitaxieschicht 110 und der p-leitenden Epitaxieschicht 2 ist ein p-n-Übergang gebildet.

Dann werden gemäss Fig. 4c) mittels einer bekannten Metall-dampf-Niederschlagsmethode und einer bekannten Elektrodenformungsmethode (wie chemisches Plattieren) wenigstens zwei Metallelektroden-schichten 9 und 9' mit einem speziellen Muster auf

709845/0748

der Oberfläche der zweiten Epitaxieschicht² gebildet.

Beispielsweise ist Au, das eine geringe Menge (beispielsweise 1 Prozent) Be enthält, für die Metallelektrodenschichten 9 und 9' geeignet.

Als nächstes wird die Scheibe unter Verwendung der Metallelektrodenschichten 9 und 9' als Ätzmasken gemäss Fig. 4d) mesa-förmig geätzt. Als Ätzmittel für die Mesa-Ätzung ist heisse und hochkonzentrierte Phosphorsäure mit einer Temperatur von 130 bis 200°C und einer Konzentration von 70 bis 95 Volumenprozent geeignet, wobei eine Temperatur von 150 bis 180°C und eine Konzentration von etwa 90 Volumenprozent zu bevorzugen sind. Bei Verwendung des genannten Ätzmittels für die Ätzung der (111)-Hauptfläche des GaP-Einkristalls wird die Ätzung mit einer Geschwindigkeit von 12 µm/Minute vollzogen, und es wird eine mesa-förmig geätzte Oberfläche gebildet, die einen Winkel von etwa 50° gegenüber der (111)-Hauptfläche aufweist. Dieser Winkel von 50° ist geeignet für eine Reflexion durch das Phänomen der Totalreflexion des am p-n-Übergang emittierten Lichtes in den mesa-förmig geätzten Vorsprüngen durch die Bodenoberfläche 101 nach aussen.

Die Scheibe wird dann dadurch elektrisch und mechanisch angeschlossen, dass die Metallelektroden 9 und 9' auf die Leiterschichten 11 und 12 einer Trägerplatte 8 aus Keramik aufgelötet werden, wie es Fig. 3 zeigt.

Schliesslich wird eine elektrische Behandlung vorgenommen, um den p-n-Übergang im mesa-förmig geätzten Vorsprung 6 kurzzuschliessen und zum Durchbruch zu bringen, wodurch der p-n-Über-

709845/0748

gang in eine ohmisch kontaktierende Verbindungsfläche umgewandelt wird. Die Behandlung geht so vor sich, dass eine Sperrgleichspannung angelegt wird, welche die Sperrdurchbruchspannung des p-n-Übergangs übersteigt. Beispielsweise wird bei einer Vorrichtung gemäss Fig. 3, die rot strahlt, eine Sperrspannung von 10 bis 12 V angelegt, wobei die positive Polarität an den Leiter 12 angelegt wird und die negative Polarität an das Substrat 1, beispielsweise durch Berühren mit einer Nadel, die mit dem negativen Anschluss der Quelle verbunden ist, und dadurch wird der p-n-Übergang im Vorsprung 6 zum Durchbruch gebracht. Im Fall der Herstellung einer grün strahlenden Vorrichtung wird zur Herbeiführung des Durchbruchs eine Spannung von 30 bis 40 V angelegt.

Die mittels der beschriebenen Verfahrensschritte erhaltene Anzeigevorrichtung emittiert Licht von den Licht emittierenden Übergängen 102, wenn eine Spannung derart angelegt wird, dass das positive Potential am Leiter 11 und das negative Potential am Leiter 12 anliegt.

Ein tatsächliches Beispiel einer Sieben-Segment-Ziffernanzeigevorrichtung ist in den Figuren 5 und 6 gezeigt. Dabei zeigt Fig. 5 eine Rückansicht eines Substrats 1 mit sieben Zifferanzeigesegmenten 7, ... mit einem Punktanzeigesegment 7' und einem ohmisch kontaktierenden Teil 6. Die Anzeigesegmente 7, ... sind die mesa-förmig geätzten Vorsprünge 7, ... die je einen Licht emittierenden p-n-Übergang enthalten. Beim ohmisch kontaktierenden Teil 6 handelt es sich um die mesa-förmig geätzten

709845/0748

Vorsprünge, in denen der p-n-Übergang dadurch zerstört worden ist, dass dessen Durchbruch herbeigeführt worden ist.

Die in Fig. 5 gezeigten Elektroden 9,... und 9' auf den mesa-förmig geätzten Vorsprüngen 7,... und 6 sind mit den Leitern 11,... bzw. 12 der in Fig. 6 in Vorderansicht gezeigten Trägerplatte 8 verbunden.

Anstelle des erwähnten GaP-Kristalls kann ein Kristall oder können Kristalle aus GaAsP oder GaN gleichermassen verwendet werden, da diese Kristalle physikalische und chemische Eigenschaften haben, die denen von GaP analog sind. GaAs mit der (100)-Hauptfläche kann unter Benutzung eines Ätzmittels aus NaOH und H_2O_2 ebenfalls verwendet werden.

Die vorliegende Erfindung bringt folgende Vorteile mit sich :

Da alle Elektroden der Halbleiterscheibe auf den Stirnflächen der mesa-förmigen Vorsprünge vorgesehen sind, besteht kein Bedürfnis, eine zusätzliche Elektrode auf der Bodenoberfläche oder auf dem mesa-förmig geätzten unteren Teil des Substrats 1 zu bilden, und deshalb ist sowohl die mechanische als auch die elektrische Verbindung der Halbleiterscheibe mit der Trägerplatte sehr leicht, und es besteht keine Notwendigkeit, eine Verbindung an der Bodenoberfläche des Substrats 1 herzustellen. Da keine Elektrode auf der Lichtausgangsoberfläche 101 vorhanden ist, tritt überdies kein Verlust an emittiertem Licht infolge einer Abschirmung durch die Elektrode auf.

Da sich alle Elektroden der Halbleiterscheibe auf einer Ober-

709845/0748

fläche des Substrats befinden, die der Lichtausgangsoberfläche 101 entgegengesetzt ist, kann, wenn die Trägerplatte 8 in Form einer integrierten Schaltung als Treib- oder Steuerungsschaltung hergestellt wird, welche das den Elektroden zugeführte Signal erzeugt, die Herstellung der Anzeigevorrichtung effizient gemacht werden, indem eine manuelle Verdrahtung auf der entgegengesetzten Oberfläche vermieden wird. Mittels einer solchen Kombination mit der integrierten Schaltung bietet die Vorrichtung eine recht grosse Anwendungsvielfältigkeit.

Da die durch Mesa-Ätzung erhaltenen schrägen Oberflächen der mesa-förmig geätzten Vorsprünge 7,... das von den Licht emittierenden Übergängen 102,... emittierte Licht wirkungsvoll reflektieren, sind die Konturen der emittierenden Segmente klar und die Anzeige ist hell.

709845/0748

FIG.5.

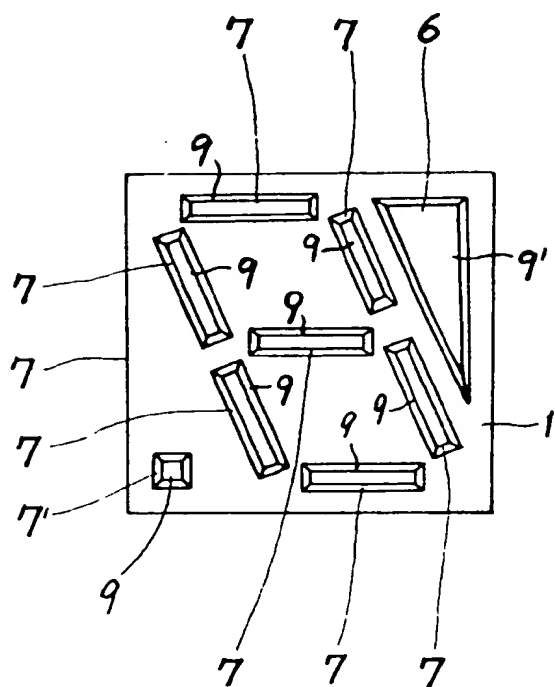
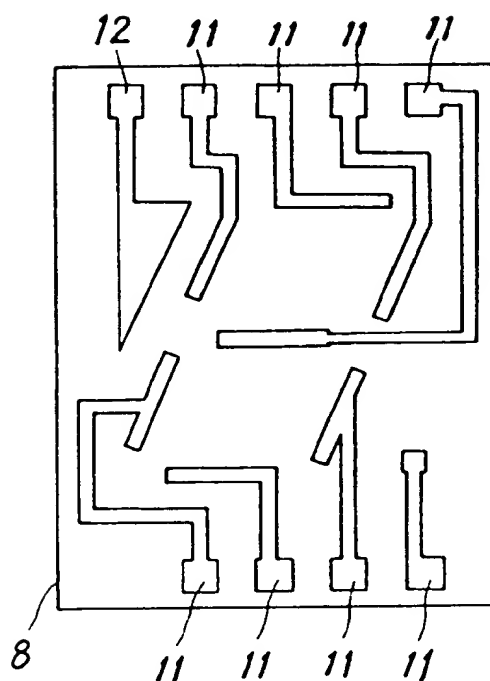


FIG.6.



709845/0748

FIG.1.

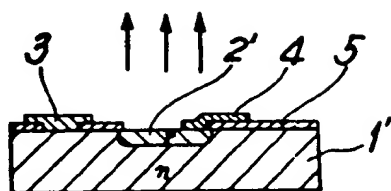


FIG.2.

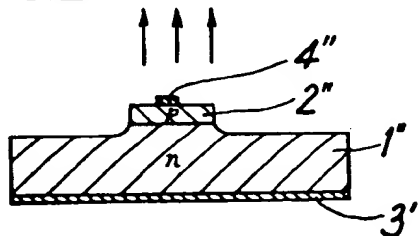


FIG.3.

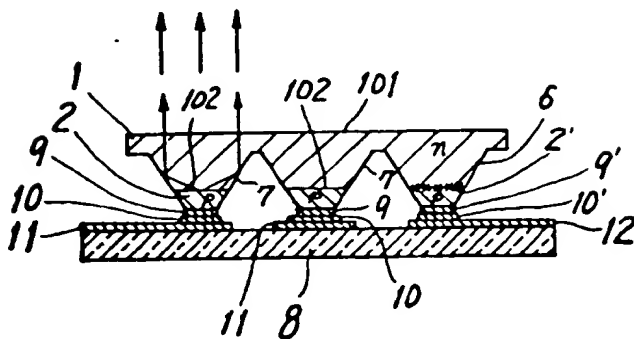
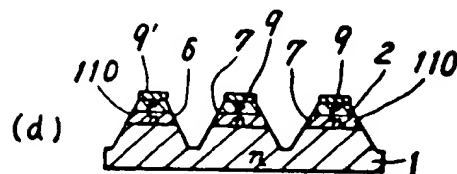
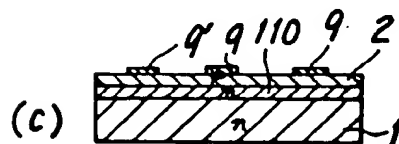
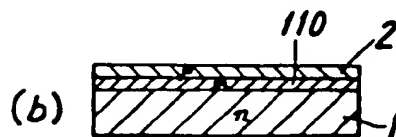
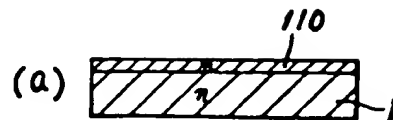


FIG.4.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.